

PAT-NO: JP02002180171A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002180171 A

TITLE: ALUMINUM ALLOY MATERIAL FOR PIPING EXCELLENT IN
CORROSION RESISTANCE AND WORKABILITY

PUBN-DATE: June 26, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HASEGAWA, YOSHIHARU	N/A
MIYAJI, HARUHIKO	N/A
TANAKA, HIROKAZU	N/A
SHOJI, YOSHIFUSA	N/A
KOYAMA, TAKAHIRO	N/A
FUKUDA, TOSHIHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DENSO CORP	N/A
SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2001177274

APPL-DATE: June 12, 2001

PRIORITY-DATA: 2000301970 (October 2, 2000)

INT-CL (IPC): C22C021/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aluminum alloy material for piping which is excellent in corrosion resistance and excellent is workability such as bulging workability at pipe ends, and is suitably used as the material for piping connecting automobile radiators and heaters, or piping connecting evaporators, capacitors and compressors in particular.

SOLUTION: The alloy material consists of an aluminum alloy having a composition containing 0.3 to 1.5% Mn, ≤0.20% Cu, 0.06 to 0.30% Ti, 0.01 to 0.20% Fe and 0.01 to 0.20% Si, and the balance Al with impurities. In the alloy material, the number of compounds with a grain size of ≥0.5 μm in Si based compounds, Fe based compounds and Mn based compounds present in the matrix is ≤2×10⁴ pieces per 1 mm². The alloy material can contain ≤0.4% Mg as well.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-180171

(P2002-180171A)

(43) 公開日 平成14年6月26日 (2002. 6. 26)

(51) Int.Cl.⁷
C 2 2 C 21/00

識別記号

F I
C 2 2 C 21/00

データベース* (参考)
J

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-177274 (P2001-177274)
(22) 出願日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)
(31) 優先権主張番号 特願2000-301970 (P2000-301970)
(32) 優先日 平成12年10月2日 (2000. 10. 2)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(71) 出願人 000002277
住友軽金属工業株式会社
東京都港区新橋5丁目11番3号
(72) 発明者 長谷川 義治
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(74) 代理人 100071663
弁理士 福田 保夫 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材

(57) 【要約】

【課題】 優れた耐食性をそなえ、管端のバルジ加工性など、加工性にも優れ、とくに、自動車用のラジエータやヒータを結ぶ配管、あるいはエバポレータ、コンデンサやコンプレッサを結ぶ配管用材料として好適に使用される配管用アルミニウム合金材を提供する。

【解決手段】 Mn: 0.3~1.5%、Cu: 0.20%以下、Ti: 0.06~0.30%、Fe: 0.01~0.20%、Si: 0.01~0.20%を含有し、残部Alおよび不純物からなるアルミニウム合金よりなり、マトリックス中に存在するSi系化合物、Fe系化合物およびMn系化合物のうち、粒子径が0.5μm以上の化合物が1mm² 当たり2×10⁴ 個以下であることを特徴とする。さらにMg: 0.4%以下を含有することもできる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Mn: 0.3~1.5% (質量%、以下同じ)、Cu: 0.20%以下、Ti: 0.06~0.30%、Fe: 0.01~0.20%、Si: 0.01~0.20%を含有し、残部Alおよび不純物からなるアルミニウム合金よりなり、マトリックス中に存在するSi系化合物、Fe系化合物およびMn系化合物のうち、粒子径(円相当直径、以下同じ)が0.5 μ m以上の化合物が1mm² 当たり 2×10^4 個以下であることを特徴とする耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項2】 前記アルミニウム合金が、さらにMg: 0.4%以下(0%を含まず、以下同じ)を含有することを特徴とする請求項1記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項3】 前記アルミニウム合金が、さらにCr: 0.01~0.2%、Zr: 0.01~0.2%のうちの1種または2種を含有することを特徴とする請求項1または2記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項4】 前記アルミニウム合金におけるCu含有量が0.05~0.10%であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項5】 前記アルミニウム合金において、Fe含有量が0.01~0.09%であることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項6】 前記粒子径が0.5 μ m以上の化合物が1mm² 当たり 1×10^3 ~ 2×10^4 個であることを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【請求項7】 軟化材(O材)の引張強さが130MPa以下であることを特徴とする請求項1~6のいずれかに記載の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、配管用アルミニウム合金材、とくに、自動車用のラジエータやヒータを結ぶ配管、あるいはエバポレータ、コンデンサやコンプレッサを結ぶ配管として好適に使用し得る耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車のラジエータやヒータを結ぶ経路、エバポレータ、コンデンサやコンプレッサを結ぶ経路の配管は、管端にバルジ加工等を行って、ラジエータ、ヒータ、エバポレータ、コンデンサ、コンプレッサと接続されており、ラジエータなどへの配管はゴムホースと金属製バンドで締め付けることにより接続される。

従来、この配管材としては、3003などのAl-Mn系合金からなる単管、Al-Mn系合金を芯材とし、7072などのAl-Zn系合金の犠牲陽極材をクラッドしてなる2層または3層のクラッド管が使用されている。

【0003】Al-Mn系合金の配管材は、過酷な環境下で使用された場合、孔食や粒界腐食が生じ易く、ゴムホースと接続されると、ゴムホースの下側すなわち配管材の外側に隙間腐食が発生するという問題点がある。クラッド管を使用した場合には、前記の孔食や隙間腐食の発生を抑制することができるが、大幅なコストアップとなるという難点がある。

【0004】上記の問題を解決するために、Al-Mn系合金に、Cu、Tiを加え、Fe、Siの含有量を特定範囲に限定して、耐隙間腐食性を改善した配管材が提案されている(特開平4-285139号公報)。この配管材は、多くの使用環境下において満足すべき特性を有しているが、配管として使用する場合、管端のバルジ加工等において、加工性が十分でない場合があり、また、とくに厳しい腐食環境に晒された場合、耐食性に問題が生じることが経験されている。

【0005】発明者らは、上記Al-Mn系合金配管材における加工性および耐食性の低下の問題を解明するための検討過程において、耐食性の低下が、合金マトリックス中に存在する各種金属間化合物とマトリックスとの間に生じるマイクロガバナック腐食に起因すること、また、金属間化合物の分散状態が管端の加工性に影響することを見出した。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の知見に基づいて、前記のAl-Mn系合金配管材をベースとしてさらに実験、検討を重ねた結果としてなされたものであり、その目的は、厳しい腐食環境においても優れた耐食性をそなえ、管端のバルジ加工性など、加工性にも優れた配管用アルミニウム合金材を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための本発明の請求項1による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、Mn: 0.3~1.5%、Cu: 0.20%以下、Ti: 0.06~0.30%、Fe: 0.01~0.20%、Si: 0.01~0.20%を含有し、残部Alおよび不純物からなるアルミニウム合金よりなり、マトリックス中に存在するSi系化合物、Fe系化合物およびMn系化合物のうち、粒子径が0.5 μ m以上の化合物が1mm² 当たり 2×10^4 個以下であることを特徴とする。

【0008】請求項2による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1において、前記アルミニウム合金が、さらにMg: 0.4%以下を含有

有することを特徴とする。

【0009】請求項3による耐食性および加工性を優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1～2において、前記アルミニウム合金が、さらにCr:0.01～0.2%、Zr:0.01～0.2%のうちの1種または2種を含有することを特徴とする。

【0010】請求項4による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1～3において、前記アルミニウム合金のCu含有量が0.05～0.10%であることを特徴とする。

【0011】請求項5による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1～4において、前記アルミニウム合金において、Fe含有量が0.01～0.09%であることを特徴とする。

【0012】請求項6による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1～5において、前記粒子径が0.5μm以上の化合物が1mm²当たり1×10³～2×10⁴個であることを特徴とする。

【0013】また、請求項7による耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材は、請求項1～6において、軟化材(〇材)の引張強さが130MPa以下であることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の耐食性および加工性に優れた配管用アルミニウム合金材における合金成分の意義およびその限定理由について説明すると、Mnは、強度を高めるとともに、耐食性とくに耐孔食性を向上させるよう機能する元素である。Mnの好ましい含有量は0.3～1.5%の範囲であり、0.3%未満ではその効果が十分でなく、1.5%を越えると、Mn系化合物の粒子が多数形成され耐食性が低下する。Mnのさらに好ましい含有範囲は0.8%以上、1.2%未満である。

【0015】Cuは、合金の強度向上のために機能する。好ましい含有量は0.20%以下の範囲であり、0.20%を越えて含有すると耐食性が低下する。Cuのさらに好ましい含有範囲は0.05～0.10%である。

【0016】Tiは、濃度の高い領域と濃度の低い領域に分かれ、それらの領域が肉厚方向に交互に層状に分布し、Ti濃度の低い領域はTi濃度の高い領域に比べて優先的に腐食するために腐食形態が層状となり、その結果、肉厚方向への腐食の進行が妨げられて、材料の耐孔食性、耐粒界腐食性および耐隙間腐食性が向上する。Tiの好ましい含有量は0.06～0.30%の範囲であり、0.06%未満ではその効果が十分でなく、0.30%を越えると、鋳造時に粗大な化合物が生成して加工性が劣化するため健全な配管材が得られない。Tiのさらに好ましい含有範囲は0.15～0.25%である。

【0017】Feは、押出後の結晶粒度あるいは引抜き

(抽伸)一焼鈍後の結晶粒度を小さくして、配管材の成形性を向上させ、バルジ加工等における割れや肌入れの発生を防止するよう機能する。Feの好ましい含有量は0.01～0.20%の範囲であり、0.01%未満ではその効果が小さく、0.20%を越えると、Fe系化合物の粒子が多数形成され耐食性が低下する。Feのさらに好ましい含有量は0.01～0.09%の範囲である。

【0018】Siは、Feと同様、押出後の結晶粒度あるいは引抜き(抽伸)一焼鈍後の結晶粒度を小さくして、配管材の成形性を向上させ、バルジ加工等における割れや肌入れの発生を防止するよう機能する。また、Siは、Al-Mn-Si系化合物やAl-Mn-Fe-Si系化合物を形成し、曲げ加工やバルジ加工等の際に工具と材料との焼付きを生じ難くするよう作用する。Siの好ましい含有量は0.01～0.20%の範囲であり、0.01%未満ではその効果が小さく、0.20%を越えると、Si系化合物の粒子が多数形成され耐食性が低下する。Siのさらに好ましい含有量は0.01～0.10%の範囲である。

【0019】Mgは、強度を高め、結晶粒度を小さくするよう機能する。Mgの好ましい含有量は0.4%以下(0%を含まず)の範囲であり、0.4%を越えると押出加工性が低下し、耐食性の低下も生じる。Mgのさらに好ましい含有範囲は0.20%以下である。

【0020】Cr、Zrは、Tiと同様、濃度の高い領域と濃度の低い領域に分かれ、それらの領域が肉厚方向に交互に層状に分布し、CrおよびZrの濃度の低い領域はCrおよびZrの濃度の高い領域に比べて優先的に腐食するために腐食形態が層状となり、その結果、肉厚方向への腐食の進行が妨げられて、材料の耐孔食性、耐粒界腐食性および耐隙間腐食性が向上する。CrおよびZrの好ましい含有量は、それぞれ0.01～0.2%および0.01～0.2%の範囲であり、それぞれ下限未満ではその効果が小さく、それぞれ上限を越えると、鋳造時に粗大化合物が生成して加工性が劣化するため、健全な配管材が得られない。

【0021】合金マトリックス中に分布するSi化合物(Al-Si系化合物など、Siを含有する化合物)、Fe化合物(FeAl₃などのAl-Fe系化合物、α-AlFeSiなどのAl-Fe-Si系化合物など、Feを含有する化合物)、Mn化合物(Al₆MnなどのAl-Mn系化合物、Mn₃SiAl₂などのAl-Mn-Si系化合物、α-AlMnFeSiなどのAl-Mn-Fe-Si系化合物など、Mnを含有する化合物)の分布形態によっては、化合物粒子とマトリックスとの間にマイクロガルバニック腐食が生じる。マイクロガルバニック腐食を抑制して耐食性を高めるためには、Si化合物、Fe化合物、Mn化合物のうち、粒子径(円相当直径)0.5μm以上の化合物を1mm²当た

り 2×10^4 個以下とすることが重要である。

【0022】上記化合物は、 1mm^2 当たり $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4$ 個とするのが好ましく、この分布形態により耐食性が向上するとともに、伸びが増大し加工性が改善される。上記化合物のさらに好ましい分布は、 1mm^2 当たり $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^4$ 個の範囲である。

【0023】本発明による配管用アルミニウム合金材は、前記の組成を有するアルミニウム合金溶湯を連続鋳造（半連続鋳造）によりビレットに造塊し、得られたビレットを均質化処理した後、熱間押出加工を行って管形状に成形加工し、焼鈍処理することにより製造される。または、熱間押出加工により管形状としたものを、さらに、引抜き加工（抽伸加工）した後、焼鈍処理することにより製造される。

【0024】前記Si化合物、Fe化合物、Mn化合物の分布形態は、連続鋳造における冷却速度、ビレットの均質化処理条件を調整することにより得ることができる。例えば、連続鋳造時における鋳型内の湯面レベルを通常の $1/2$ 以下としたり、鋳造速度を通常の $1.2 \sim 1.3$ 倍とすることにより、前記Si化合物、Fe化合物、Mn化合物の分布形態を得ることができる。均質化処理は 600°C 以上の温度で行うのが好ましい。なお、焼鈍処理後の軟化材（O材）の引張強さを $100 \sim 130\text{MPa}$ の範囲とすることによって、とくに加工性の向上が得られバルジ加工等が容易となる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と対比して説明する。これらの実施例は、本発明の好ましい一実施態様を示すものであり、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0026】実施例1

半連続鋳造により、表1～2に示す組成を有するアルミニウム合金のビレット（直径 90mm ）を造塊し、均質化処理を行った。この場合、鋳造条件を、鋳造温度を $700 \sim 740^\circ\text{C}$ 、鋳型内の湯面レベル、鋳造速度を調整することにより、ビレットの外表面から中心部までの全域にわたる冷却速度を表1に示す値とし、均質化処理温度を 600°C 以上の温度範囲で実施した。

【0027】ついで、熱間押出により、外径 25mm 、内径 20mm の管を作製し、さらに、抽伸加工を行って外径 15mm 、厚さ 1.0mm の管として最終焼鈍を行い、焼鈍後の管（試験材）について、機械的性質と外周面における結晶粒径を測定し、また、以下の方法により、マトリックス中のSi化合物、Fe化合物、Mn化合物の分布形態（粒子径（円相当直径）、 $0.5\mu\text{m}$ 以上の化合物の 1mm^2 当たりの数）を測定し、バルジ加工性、耐食性を評価した。

【0028】化合物の分布形態：光学顕微鏡組織を 800 倍に拡大した画像5視野（面積合計 0.2mm^2 ）における粒子径（円相当直径） $0.5\mu\text{m}$ 以上の化合物の合計数を画像解析装置を用いて測定する。

バルジ加工性：バルジ加工を行い、肌荒れの有無を観察し、肌荒れの無いものはバルジ加工性が良好（○）、肌荒れが生じたものはバルジ加工性が不良（×）とした。

【0029】耐食性評価

腐食試験1：管の両端をゴムホースで接続して循環経路を構成し、管内に腐食液（ Cl^- ： 195ppm 、 SO_4^{4-} ： 60ppm 、 Cu^{2+} ： 1ppm 、 Fe^{3+} ： 30ppm ）を流速 2m/秒 で循環させ、 88°C で8時間加熱したのち冷却して、 25°C で16時間保持するサイクルを60サイクル繰り返し、管内面に生じる孔食および粒界腐食、ゴムホースの下側（隙間部）に生じる隙間腐食について、最大腐食深さを測定した。

腐食試験2：管外面についてCASS試験を672時間行い、管外面に生じる孔食の最大腐食深さを測定した。

【0030】測定、評価結果を表3～4に示す。表3～4にみられるように、本発明に従う試験材No. 1～35はいずれも、 130MPa 以下の引張強さを示し、結晶粒度も細かくバルジ加工性は良好であった。また、最大腐食深さはいずれも 0.50mm 以下であり、優れた耐食性をそなえていた。なお、本発明に従う試験材については、押出加工性が良好で製造性に問題がなく健全な試験材が得られた。

【0031】

【表1】

(5)

特開2002-180171

7

8

合 金	組 成 (mass%)						冷却速度 (°C/s)
	Si	Fe	Mn	Cu	Ti	Mg	
1	0.10	0.09	0.79	0.15	0.17	0.20	10
2	0.05	0.05	0.75	0.15	0.22	—	10
3	0.05	0.05	0.50	0.10	0.15	—	10
4	0.10	0.05	0.90	0.10	0.10	—	10
5	0.10	0.15	0.85	0.06	0.15	0.10	10
6	0.10	0.03	0.85	0.18	0.15	—	10
7	0.10	0.03	0.79	0.15	0.07	—	10
8	0.10	0.03	0.80	0.15	0.28	—	10
9	0.15	0.02	0.78	0.15	0.15	0.20	10
10	0.05	0.18	0.80	0.15	0.20	—	10
11	0.02	0.12	0.77	0.15	0.18	0.20	10
12	0.18	0.05	0.79	0.15	0.17	—	10
13	0.10	0.05	0.60	0.06	0.15	0.38	10
14	0.08	0.09	0.62	0.07	0.20	—	10
15	0.07	0.08	0.78	0.07	0.20	—	10
16	0.08	0.09	0.79	0.10	0.24	—	10
17	0.09	0.08	0.77	0.07	0.16	—	10
18	0.08	0.08	0.78	0.08	0.20	—	10
19	0.08	0.08	0.78	0.07	0.20	—	10
20	0.09	0.08	0.78	0.08	0.20	0.15	10

【0032】

* * 【表2】

合 金	組 成 (mass%)							冷却速度 (°C/s)
	Si	Fe	Mn	Cu	Ti	Mg	その他	
21	0.10	0.09	0.75	0.15	0.17	0.20	Cr0.03	10
22	0.10	0.09	0.75	0.15	0.17	0.20	Zr0.03	10
23	0.10	0.09	0.75	0.15	0.17	0.20	Cr0.18	10
24	0.10	0.08	0.75	0.15	0.17	0.20	Zr0.18	10
25	0.10	0.08	0.79	0.15	0.17	0.20		10
26	0.05	0.05	0.79	0.15	0.17	—		20
27	0.05	0.05	1.00	0.07	0.18	—		10
28	0.10	0.08	0.40	0.12	0.20	—		10
29	0.05	0.09	1.40	0.01	0.17	—		10
30	0.10	0.08	0.80	0.07	0.17	—		10
31	0.10	0.09	1.15	0.04	0.17	—		10
32	0.05	0.07	1.05	0.00	0.22	—		10
33	0.10	0.06	0.95	0.18	0.15	—		10
34	0.09	0.08	1.00	0.05	0.17	—		10
35	0.10	0.06	1.10	0.10	0.17	—		10

【0033】

※ ※ 【表3】

試験 材	合 金	機械的性質		結晶 粒度 μm	粒子径0.5 μm 以上の 化合物粒子 数 個/ mm^2	バルジ 加工性	最大腐食深さ mm		
		引張 強さ MPa	伸び %				腐食試験1		腐食試験2
							内面	隙間部	外面
1	1	121	33	100	8×10^3	○	0.20	0.30	0.20
2	2	110	35	150	1×10^4	○	0.15	0.30	0.15
3	3	125	32	150	1×10^4	○	0.20	0.25	0.25
4	4	111	36	140	1×10^4	○	0.40	0.45	0.33
5	5	105	42	130	9×10^3	○	0.20	0.38	0.22
6	6	115	35	130	9×10^3	○	0.40	0.42	0.30
7	7	109	40	130	9×10^3	○	0.28	0.35	0.19
8	8	110	40	130	9×10^3	○	0.42	0.42	0.42
9	9	120	32	100	8×10^3	○	0.15	0.32	0.15
10	10	109	35	100	8×10^3	○	0.45	0.49	0.37
11	11	121	33	150	1.5×10^4	○	0.41	0.45	0.34
12	12	111	36	100	8×10^3	○	0.40	0.45	0.33
13	13	129	30	130	9×10^3	○	0.35	0.45	0.33
14	14	110	33	140	8×10^3	○	0.20	0.30	0.20
15	15	112	32	145	8×10^3	○	0.25	0.35	0.20
16	16	120	32	145	8×10^3	○	0.30	0.35	0.30
17	17	112	32	145	8×10^3	○	0.25	0.35	0.20
18	18	112	33	140	8×10^3	○	0.30	0.35	0.30
19	19	113	35	140	8×10^3	○	0.30	0.35	0.25
20	20	114	34	140	8×10^3	○	0.25	0.35	0.25

【0034】

* * 【表4】

試験 材	合 金	機械的性質		結晶 粒度 μm	粒子径0.5 μm 以上の 化合物粒子 数 $\text{個}/\text{mm}^2$	バルジ 加工性	最大腐食深さ mm		
		引張 強さ MPa	伸び $\%$				腐食試験1		腐食試験2
							内面	隙間部	外面
21	21	122	32	100	8×10^8	○	0.21	0.32	0.22
22	22	120	33	100	8×10^9	○	0.21	0.32	0.30
23	23	122	33	100	8×10^9	○	0.44	0.45	0.40
24	24	122	32	100	8×10^9	○	0.42	0.48	0.33
25	25	120	32	110	6×10^9	○	0.15	0.20	0.15
26	26	110	35	170	6×10^9	○	0.10	0.20	0.10
27	27	120	33	130	8×10^9	○	0.20	0.35	0.15
28	28	85	36	110	8×10^9	○	0.45	0.30	0.40
29	29	125	33	100	1.2×10^4	○	0.25	0.20	0.10
30	30	105	34	110	8×10^9	○	0.25	0.20	0.25
31	31	115	32	100	1×10^4	○	0.34	0.20	0.30
32	32	107	33	120	8×10^9	○	0.23	0.35	0.25
33	33	118	33	130	1×10^4	○	0.40	0.20	0.47
34	34	102	35	110	8×10^9	○	0.21	0.20	0.25
35	35	110	33	130	1×10^4	○	0.28	0.20	0.29

【0035】比較例1

半連続鋳造により、表5に示す組成を有するアルミニウム合金のビレット（直径90mm）を造塊し、均質化処理を行った。この場合、実施例1と同様に、鋳造条件を、鋳造温度を700～740℃、鋳型内の湯面レベル、鋳造速度を調整することにより、ビレットの外表面から中心部までの全域にわたる冷却速度を表5に示す値とし、均質化処理温度を600℃以上の温度範囲で実施した。なお、合金No. 57については、鋳造時の冷却速度を通常の条件、均質化処理温度を550℃とした。

【0036】について、熱間押出により、外径25mm、*

*内径20mmの管を作製し、さらに、抽伸加工を行って外径15mm、厚さ1.0mmの管として最終焼鈍を行い、焼鈍後の管（試験材）について、機械的性質と外周面における結晶粒径を測定し、また、実施例1と同じ方法により、マトリックス中のSi化合物、Fe化合物、Mn化合物の分布形態（粒子径（円相当直径）、0.5 μm 以上の化合物の1mm²当たりの数）を測定し、バルジ加工性、耐食性を評価した。結果を表6に示す。

【0037】

【表5】

合 金	組 成 (mass%)							冷却速度 (°C/s)
	Si	Fe	Mn	Cu	Ti	Mg	その他	
36	0.10	0.10	0.20	0.10	0.17	—		10
37	0.15	0.15	1.00	0.50	0.17	—		10
38	0.15	0.15	1.00	0.15	0.02	—		10
39	0.15	0.15	1.00	0.15	0.50	—		10
40	0.05	0.00	0.80	0.15	0.15	0.20		10
41	0.15	0.50	0.80	0.15	0.17	—		20
42	0.00	0.05	0.78	0.15	0.16	0.20		10
43	0.50	0.15	0.79	0.15	0.15	—		10
44	0.10	0.10	0.70	0.20	0.17	0.60		10
45	0.10	0.15	0.70	0.20	0.17	0.10		10
46	0.10	0.05	0.70	0.15	0.17	—		10
47	0.25	0.45	1.20	0.15	0.05	—		10
48	0.10	0.25	1.10	0.35	0.15	—		1.5
49	0.15	0.10	1.60	0.15	0.20	—	Cr0.4	10
50	0.05	0.05	1.00	0.07	0.18	—	Zr0.4	0.5

【0038】

* * 【表6】

試 験 材	合 金	機械的性質		結晶 粒度 μm	粒子径0.5 μm 以上の 化合物粒子 数 個/mm ²	バルジ 加工性	最大腐食深さ mm			
		引張 強さ MPa	伸び %				腐食試験 1		腐食試験 2	
							内面	隙間部		外面
36	36	80	35	150	1 × 10 ⁴	○	0.50	0.45	0.50	
37	37	142	25	100	3 × 10 ⁴	×	0.85	貫通孔	0.86	
38	38	115	32	100	1 × 10 ⁴	○	0.70	0.80	0.68	
39	39	--	--	--	--	--	--	--	--	
40	40	121	35	350	1 × 10 ⁴	×	0.50	0.47	0.50	
41	41	110	33	50	5 × 10 ⁴	○	0.85	0.90	0.82	
42	42	122	33	340	1 × 10 ⁴	×	0.50	0.48	0.50	
43	43	108	34	50	5 × 10 ⁴	○	0.85	0.91	0.85	
44	44	--	--	--	--	--	--	--	--	
45	45	--	--	--	--	--	--	--	--	
46	46	--	--	--	--	--	--	--	--	
47	47	110	33	100	4 × 10 ⁴	○	0.95	0.92	0.91	
48	48	112	33	100	2.5 × 10 ⁴	○	0.90	0.89	0.87	
49	49	130	30	90	4 × 10 ⁴	○	0.85	0.53	0.89	
50	50	115	34	70	6 × 10 ⁴	○	0.95	貫通孔	0.88	

【0039】表6に示すように、試験材No. 36は、Mn量が少ないため強度が十分でなく、試験材No. 49は、Mn量が多いためMn系化合物が多くなり、耐食性が劣る。試験材No. 37は、Cu量が多いため耐食性が劣り、隙間部に貫通孔が生じた。

【0040】試験材No. 38は、Ti量が少ないため耐食性が十分でなく、試験材No. 39は、Ti量が多いため製造時に粗大な化合物が生成して加工性が低下し、健全な試験材が得られなかった。試験材No. 40は、Fe量が少ないため結晶粒度が大きくなり、バルジ加工において肌荒れが生じた。試験材No. 41は、Fe量が多いためFe系化合物が多くなり、耐食性が劣っている。

【0041】試験材No. 42は、Si量が少ないため結晶粒度が大きくなり、バルジ加工性が劣る。試験材No. 43は、Si量が多いためSi系化合物が多くなり、耐食性が低下している。試験材No. 44は、Mg量が多いため押出加工性が低下し、健全な試験材を得ることができなかった。

【0042】試験材No. 45はCr量が多く、試験材No. 46はZr量が多いため、製造時粗大な化合物が生成して加工性が阻害され、健全な試験材を得ることができなかった。

【0043】試験材No. 47は、従来の3003合金からなるものであり耐食性が劣る。試験材No. 50は、製造時の冷却速度が低く化合物の粒子数がきわめて多くなったため、耐食性が劣り、腐食試験において貫通孔が生じた。試験材No. 48も化合物の粒子数が多いため、耐食性が劣っている。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、厳しい腐食環境においても優れた耐食性をそなえ、管端のバルジ加工性など、加工性にも優れた配管用アルミニウム合金材が提供される。当該配管用アルミニウム合金材は、とくに、自動車用のラジエータやヒータを結ぶ配管、あるいはエバポレータ、コンデンサやコンプレッサを結ぶ配管用材料として好適に使用される。

フロントページの続き

(72)発明者 宮地 治彦
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
社デンソー内
(72)発明者 田中 宏和
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内

(72)発明者 正路 美房
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内
(72)発明者 小山 高弘
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内
(72)発明者 福田 敏彦
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金
属工業株式会社内